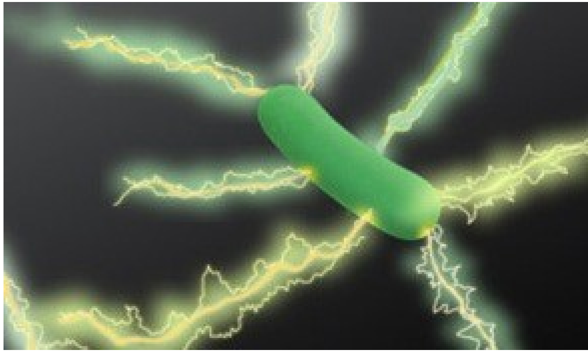
VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

НАНОТЕХНОЛОГИИ В МИРЕ ПРИРОДЫ ПОРАЖАЮТ ВООБРАЖЕНИЕ И СВИДЕТЕЛЬСТВУЮТ О ЗАМЫСЛЕ СОЗДАТЕЛЯ



Бактерии обладают не только сверхдвигателями, но и различными типами датчиков

Скорость, с которой передвигаются многие организмы, поражает воображение. И это касается не только птиц или насекомых, но и бактерий. То, что они, используя жгутики, плавают со средней скоростью около 25 мкм/с, ученым известно давно. Но среди них есть виды, которые могут развивать спринтерскую скорость – 100 и больше мкм/с. А это значит, что за столь незначительный отрезок времени бактерия перемещается на расстояние, которое в 10 и более раз превышает ее собственную длину. Если представить это в более понятных для человека масштабах, то при таком соотношении расстояния и скорости пловец проплыл бы 100 м приблизительно за 5 с.

Наблюдения под электронным микроскопом, а также микросъемка показали, что во время движения жгутик бактерии вращается вокруг оси. Причем скорость этого вращения поражает воображение: от 100 до 1000 оборотов в секунду. Для вращения жгутика у бактерий есть специальное устройство, которое ученые назвали «протонным мотором». Суть его работы заключается в следующем: во время дыхания из бактериальной клетки во внешнюю среду откачиваются ионы водорода (H) или ионы натрия (Na). Но когда ионы H+ или Na+ возвращаются в клетку, их обратный поток и обеспечивает вращение жгутика.

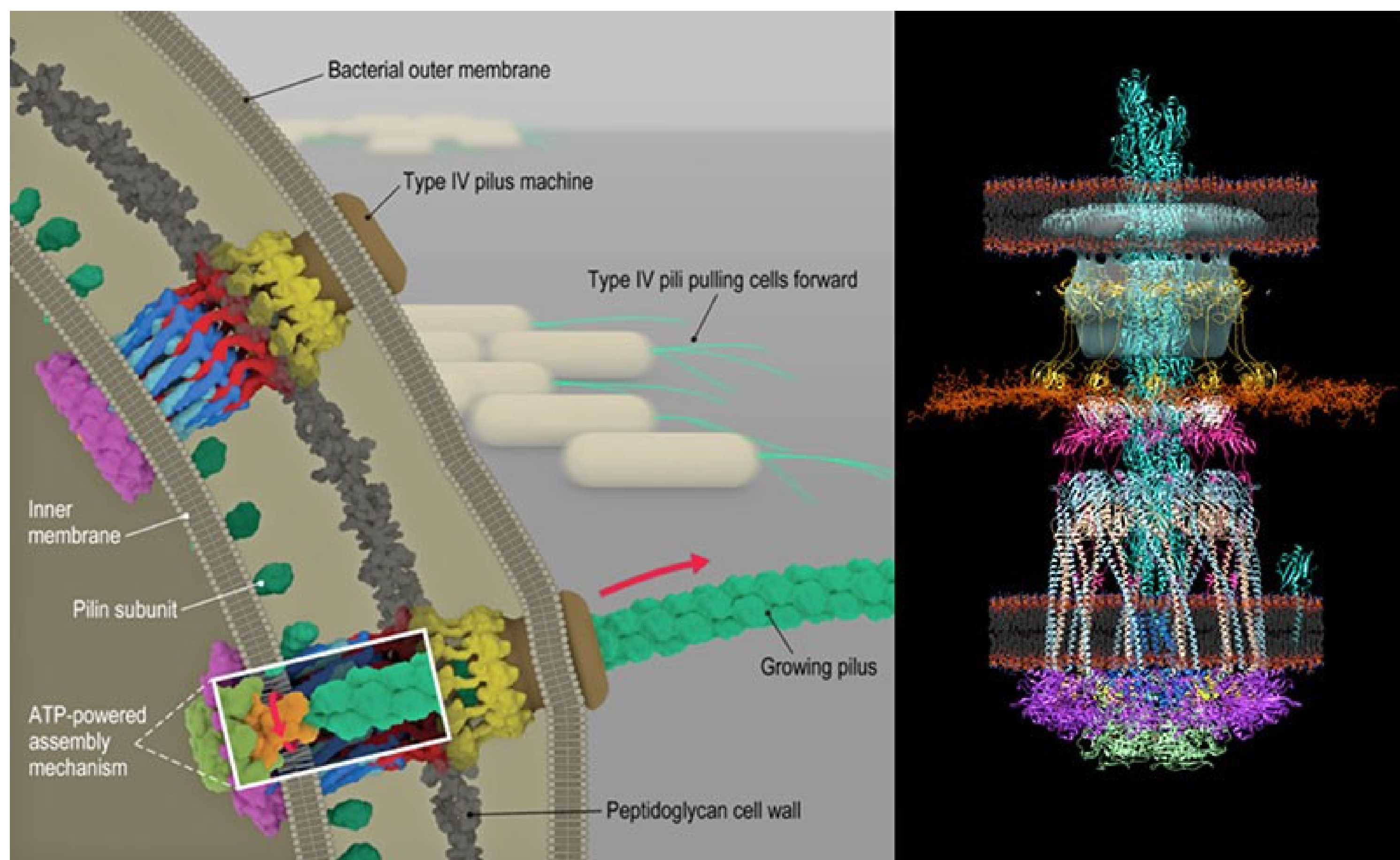
Впоследствии было установлено, что некоторые морские бактерии для вращения жгутика, вместо «протонного мотора», используют «натриевый», в котором энергия образуется за счет разности электрохимических потенциалов ионов натрия.

Более того, у морской бактерии вибрио альгинолитикус, в зависимости от внешних условий, образуются два типа жгутиков. Если этот микроорганизм живет в морской воде, то у него присутствует только один большой жгутик, который приводится в движение «натриевым мотором». Если же бактерия оказывается в другой среде, то на ее тельце появляется множество мелких жгутиков, которые вращаются с помощью «протонных моторов».

Движение позволяет микроорганизмам выбирать оптимальные условия существования, для чего бактерии располагают множеством датчиков, регистрирующих параметры внешней и внутренней среды: температуру, освещенность, кислотность и т. д.

Датчики – это особые белки-рецепторы, которые обычно располагаются на внутренней мембране. Они регулируют характер вращения жгутика, подавая два вида сигналов, одни из которых вызывают переключение, другие – запрещают его. Если бактерия плывет в нужном направлении (например, в сторону увеличения концентрации глюкозы), то рецептор глюкозы связывает этот сахар и посылает сигнал, запрещающий изменение направления движения. Если же концентрация глюкозы падает, то рецептор посылает противоположный сигнал. Бактерия меняет направление движения в ту сторону, где концентрация глюкозы более высокая, и оказывается в благоприятных условиях.

Как нанотехнологичная бактерия-«бэтмен» совершает свой супергеройский полёт



Микробиологи раскрыли секрет того, как синегнойная палочка, своеобразная бактерия-«бэтмен», а также ее кузен из другого рода микробов, перемещаются по питательной среде при помощи своеобразного абордажного крюка, который герой комиксов

запускал при помощи специального пистолета, и опубликовали их в журнале Science.

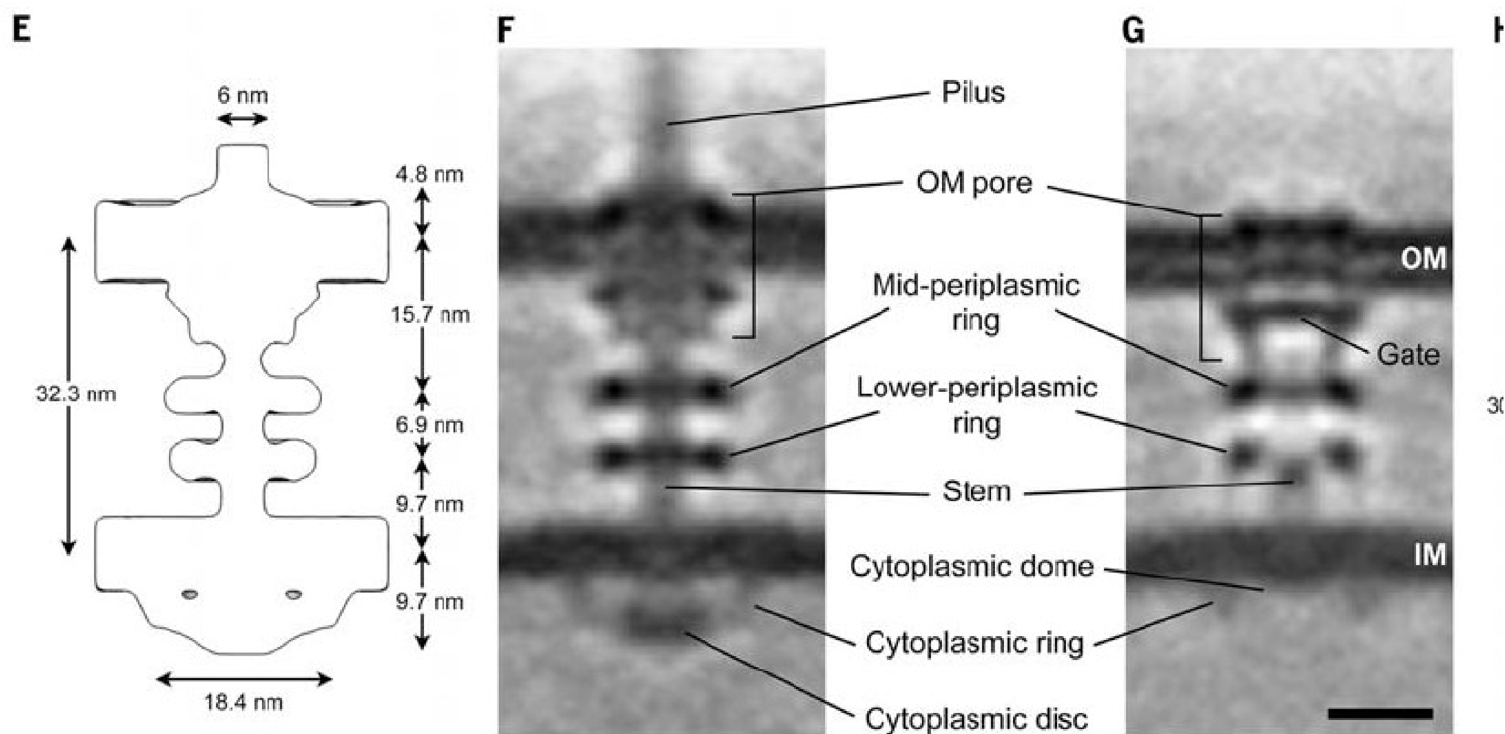
В 2011 году биологи из университета Калифорнии в Лос-Анджелесе (США) сделали удивительное открытие – они выяснили, что обычная синегнойная палочка (Pseudomonas aeruginosa) является супергероем микромира, своеобразным аналогом «Бэтмена» из американских комиксов.

Данный микроб, как показали наблюдения за ним, умеет перемещаться в пространстве не только как обычные бактерии, используя свои жгутики как «весла». Он может использовать часть из них как своеобразный «абордажный крюк», цепляясь им за твердые предметы и используя его для того, чтобы «раскачаться» и забросить себя на большое расстояние, пользуясь силой инерции.

Группа ученых под руководством Гранта Дженсена (Grant Jensen) из Калифорнийского технологического института в Пасадене (США) раскрыла секрет работы этого «крюка», наблюдая за жизнедеятельностью и изучая структуру жгутиков у другой бактерии-«Бэтмена» – хищным почвенным микробом Myxococcus xanthus.

Оба этих вида «бэтменов» используют одни и те же жгутики – так называемые пилии IV типа – для «супергеройского» полета через питательную среду. Данные нити и приводящие их в действие белки, по словам ученых, являются самыми прочными, сильными и быстрыми двигательными структурами в мире биологии, и Дженсену и его коллегам было интересно понять, как они работают.

Для этого ученые заморозили несколько клеток Myxococcus xanthus и просветили их при помощи рентгеновского кристаллографа, что позволило команде Дженсена понять, как устроен «абордажный крюк» бактерий в трехмерном виде на молекулярном уровне. Полученные снимки удивили биологов – у основания «крюка» они увидели сложную структуру, больше похожую на какую-то деталь от рукотворного мотора, чем на биологическую конструкцию.



© *Chang et al. / Science 2016*

«Мотор» абордажного крюка бактерии Myxococcus xanthus

Как оказалось, нижняя часть жгутика, его «двигатель», представляет собой своеобразный набор из четырех колец разных размеров, одно из которых находится на внутренней поверхности оболочки микроба, два – внутри нее, а одно – на внешней стороне.

Изучив структуру этого «мотора», ученые выделили десять белков, составляющих его основу, и поняли, как их взаимодействие позволяет микробу цепляться за различные поверхности, сокращаться, вытягиваться и толкать клетку в нужную сторону. К примеру, белок PilC является главным «двигателем» в этой конструкции: он управляет вращением и сборкой «крюка», а белки PilN, PilO и PilM – включают или выключают этот двигатель, определяя то, в каком положении находится «абордажный крюк» бактерии-«Бэтмена» – выдвинутом или втянутом.

Информация о работе данного «крюка», как надеются ученые, поможет создать его рукотворные аналоги, которые пригодятся при разработке нанороботов, а также помогут медикам понять, как передвигаются и заражают организм болезнетворные бактерии-«Бэтмены», такие как синегнойная палочка или нейссерия (Neisseria gonorrhoeae), возбудитель гонореи.



Современные технологии не позволяют нам управлять цветом с такой точностью, как это могут делать птицы

Оперение птиц всегда остается ярким и не тускнеет благодаря «нанотехнологиям» – пигментные структуры в их перьях представляют собой особый метаматериал, цвет которому придают не красители, а особое расположение «дырок» в его поверхности, говорится в статье, опубликованной в журнале Scientific Reports.

«Современные технологии не позволяют нам управлять цветом с такой точностью – нам до сих пор приходится подбирать тона, используя различные пигменты. Теперь у нас появилась возможность создавать краски, используя подобные наноструктуры. Это, к примеру, позволит нам шить красные свитера, которые не будут тускнеть и будут всегда яркими после стирки», – заявил Эндрю Парнелл (Andrew Parnell) из университета Шеффилда (Великобритания).

Парнелл и его коллеги раскрыли секрет того, почему птицы не «седеют» в старости, когда пигментные клетки в их организме истощаются и перестают производить молекулы красителей, изучая структуру перьев обычных соек (Garrulus glandarius), которых можно встретить почти во всех лесах Европы.



Ярко-голубые перья этих птиц привлекли британских физиков тем, что они необычным образом переливаются на свету, меняя свой цвет от темно-синего к белому при разных углах наклона к лучам солнца. Это натолкнуло ученых на идею о том, что на расцветку соек может влиять не только пигментация их перьев, но и их структура.

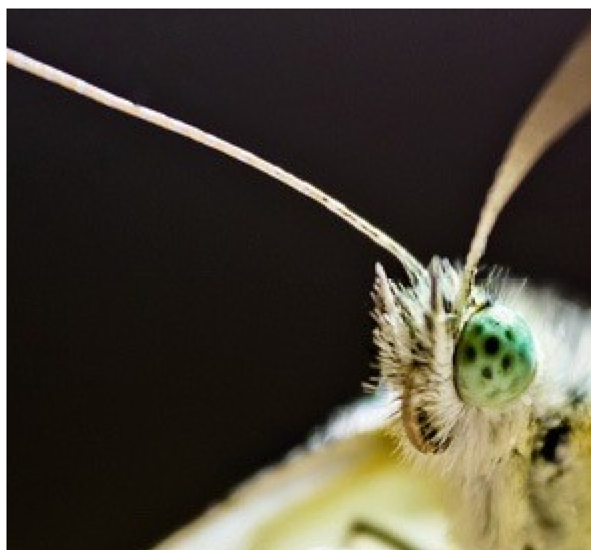
Они проверили эту идею, изучив трехмерную структуру перьев при помощи специального SAXS-сканера, который «обстреливает» небольшие участки пера рентгеновскими лучами под разными углами зрения, и следит за тем, как они отражаются от его бородок, «крючков» и других составляющих частей.

Как показал этот «обстрел», каждый участок пера, окрашенный в синий, белый или голубой цвет, обладает уникальными оптическими свойствами, отражая только те волны света, которые соответствуют одному из этих цветов. Это происходит благодаря тому, что поверхность пера сойки организована в особый узор из «дырок» и соединяющих их поверхностей, которые взаимодействуют только с определенными волнами света.

К примеру, если «дырки» обладают достаточно большими размерами, то тогда перо отражает почти все виды волн видимого света, что заставляет нас считать, что перо окрашено в белый цвет. Если же эти поры заметно меньше, то тогда поверхность пера становится синей или ярко-голубой, или приобретает какой-то другой цвет.

Подобные «нанотехнологии», по словам физиков, дают птицам возможность крайне тонко манипулировать окраской своего оперения, достигая точности управления цветом, которая сегодня остается недостижимой для человечества. Защита от «седины», в свою очередь, оказывается дополнительным бонусом.

Пока, как признает Парнелл, его команда не знает, как птицам удается «дирижировать» процессом роста этих «дырок» на биологическом уровне. Раскрытие этих механизмов и их репликация станет главной целью последующих экспериментов, заключают авторы статьи.



Глаз чешуекрылых помог разработать новое антибликовое покрытие для гаджетов

Исследователи из международного Оптического общества представили новое антибликовое покрытие для гаджетов. Особенность разработки заключается в том, что ученым впервые удалось повторить сложное строение глаз чешуекрылых. Благодаря этому пользователь сможет четко видеть изображение или текст на дисплее телефона или планшета даже при ярком солнечном свете.

Поясним, что к чешуекрылым относятся известные всем насекомые – мотыльки, моли, бабочки. Глаза у этих насекомых фасеточного типа; сверху они покрыты наноструктурами, которые позволяют видеть в темноте, а также предотвращают отражение света. Последняя особенность помогает насекомым оставаться незамеченными для хищников.

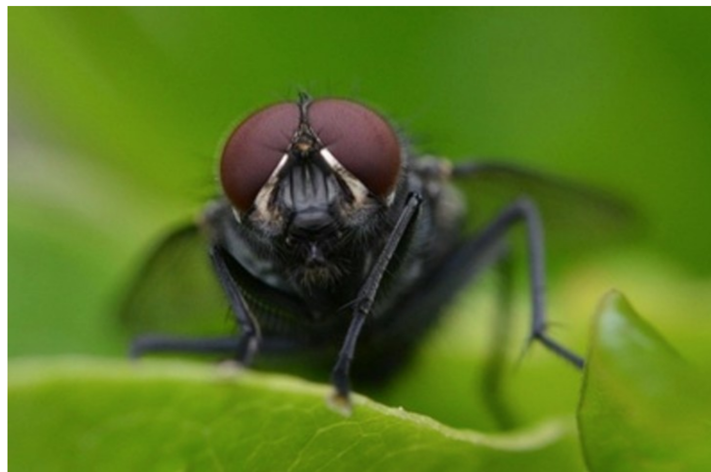
Вдохновившись таким природным феноменом, ученые из США и Тайваня решили воспроизвести такое же покрытие в лабораторных условиях. По их словам, антибликовые покрытия не являются чем-то новым, однако большинство из них все-таки не справляется со своей задачей на 100%. К тому же, они легко повреждаются и стоят немало. Существуют также гаджеты, которые самостоятельно подстраивают уровень яркости экрана под освещение, но такая функция быстро разряжает аккумулятор. Все эти проблемы специалисты решили одним изящным способом: создали так называемую антиотражающую пленку.

Материал, полученный исследователями, изготовлен на основе крошечных сфер диоксида кремния. Он разглаживается при помощи центрифуги таким образом, чтобы эти сферы выстраивались в один слой. Каждая из них представляет собой углубление (по типу омматидий – структурных и функциональных единиц фасеточного глаза насекомого). Диаметр одной сферы – около 100 нанометров (это 1/1000 ширины человеческого волоса).

По словам авторов проекта, полученная поверхность отражает всего 0,23% света по сравнению с 4,4% у iPhone. В результате контрастность дисплея на солнце увеличивается в четыре раза, а в

тени – в 10 раз. Пленка подходит для использования в гибких дисплеях, а благодаря гидрофобным свойствам на ней не остаются отпечатки пальцев.

Глаза насекомых плюс редкий минерал: учёные разработали новые солнечные панели



Если внимательно осмотреться вокруг, можно заметить, как много гениальных технологий представлено в природе. Учёным остаётся лишь только их изучать и адаптировать свои открытия для практического применения. Например, насекомые помогают инженерам конструировать беспилотники, которые продолжают полёт даже после поломки. На сей раз уникальные глаза насекомых вдохновили учёных на создание особой антибликовой плёнки.

Новое исследование команды из Стэнфордского университета также основано на изучении глаз насекомых. Но и без физики не обошлось.

Исследователи занимались разработкой новых солнечных панелей из хрупкого фотовольтаического вещества (то есть под действием света в нём возникает напряжение или электрический ток). Этот недорогой и перспективный для альтернативной энергетики материал называется *перовскит* (титанат кальция, сравнительно редкий для поверхности Земли минерал). Он преобразует солнечный свет в электричество так же эффективно, как самые распространённые сегодня солнечные элементы из кремния.

Но есть одна проблема: при воздействии тепла, влаги или при любом механическом напряжении свойства перовскита значительно ухудшаются, а то и совсем утрачиваются. Если чувствительный материал не будет защищён от воздействий внешней среды, о долговечности работы прибора на его основе можно забыть, поясняет ведущий автор работы профессор Рейнхольд Даускардт (Reinhold Dauskardt). «Перовскиты – самые

хрупкие материалы, которые когда-либо исследовались в нашей лаборатории, – рассказывает соавтор исследования Николас Ролстон (Nicholas Rolston). – Эта хрупкость связана с кристаллической структурой перовскита, которая обладает механическими свойствами как у поваренной соли».

И вот тут на помощь пришли насекомые. Напомним, что их фасеточные глаза состоят их множества мельчайших сегментов и по структуре напоминают пчелиные соты. При этом конусообразные структурные единицы – омматидии – тесно прилегают друг к другу, а от повреждений их защищают стенки «сот». Эту модель учёные использовали для создания новых солнечных панелей, состоящих из ячеек. Каждая такая «сота» из перовскитных микроэлементов была инкапсулирована в шестиугольный защитный каркас шириной 500 микрометров. «Каркас панели изготовлен из недорогой эпоксидной смолы, широко используемой в микроэлектронике. Он устойчив к механическим нагрузкам и разрушению», — поясняет Ролстон.

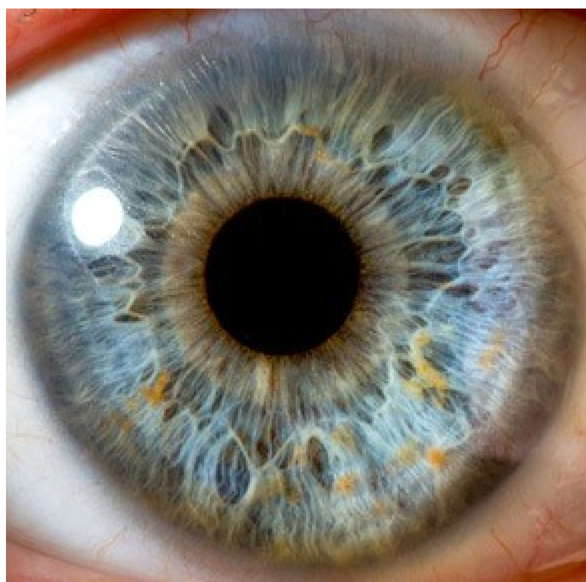
Как показало тестирование новых солнечных панелей, такие каркасы, поддерживающие и защищающие элементы, никак не влияют на эффективность работы перовскитных составляющих. «Мы получили почти такую же эффективность преобразования энергии от каждой маленькой перовскитной ячейки, которую мы получили бы от плоской солнечной батареи», — отмечает Даускардт.

Но может ли новое устройство противостоять теплу и влажности, которые выдерживают обычные солнечные панели, как правило, располагающиеся на крыше строений? Чтобы выяснить это, команда провела ещё одно испытание: инкапсулированные перовскитные панели в течение шести недель работали при температуре 85 градусов по Цельсию и влажности воздуха 85%. И, несмотря на такие экстремальные условия, они продолжали генерировать электроэнергию с хорошим выходом.

Даускардт и его коллеги получают патент на свою технологию и продолжают исследования. Учёные намерены повысить эффективность новых солнечных панелей, для чего изучают различные механизмы отражения света от каркаса в перовскитное ядро каждой ячейки.

Научная статья с описанием перовскитных солнечных батарей опубликована в издании Energy & Environmental Science.

Сверхсложные нанотехнологии функционирования глаза обеспечивают стабилизацию зрения при движении



Человек видит относительно стабильную и «неподвижную» картину окружающего мира даже при быстром шаге или беге благодаря наличию в глазах особых клеток, играющих роль своеобразных акселерометров и датчиков движения, говорится в статье, опубликованной в журнале Nature.

«В любой хорошей фото и видеокамере есть целый набор датчиков, которые стабилизируют картинку при движении. В нашем теле ту же самую роль играют клетки сетчатки и вестибулярный аппарат, распознающие движения и вращения тела. В противном случае картинка бы смазывалась при ходьбе или беге, и мы ничего не могли бы видеть, а от четкости зрения, конечно, очень часто зависит наша жизнь», – рассказывает Дэвид Берсон (David Berson) из Брауновского университета (США).

В последние годы ученые находят все больше свидетельств того, что воспринимаемая человеком картина и звуки окружающего мира не являются объективной картиной реальности – наши органы чувств и мозг активно «редактируют» ее, удаляя все ненужные и мешающие элементы.

К примеру, недавно ученые обнаружили, что люди не слышат биение своего собственного сердца по той причине, что мозг отфильтровывает сигнал, который попадает в звуковую кору из ушей. Аналогичным образом, как считали многие нейрофизиологи, наша нервная система делает картинку в глазах стабильной при ходьбе и беге, несмотря на то, что положение глаз и давление внутри них постоянно меняется во время движения.

Берсон и его коллеги обнаружили, что как минимум часть этой системы «автоподстройки» зрения находится не в мозге, а внутри самих глаз человека и других млекопитающих, наблюдая за активностью разных групп нервных клеток в сетчатке глаза мышей. Для этого авторы статьи встроили в ДНК ее нейронов особые гены,

заставлявшие клетки светиться при их активизации и передаче сигнала в мозг.

Как рассказывает нейрофизиолог, ученые достаточно давно знают о существовании особой группы клеток в сетчатке, так называемых DSGC-нейронов, которые реагируют на движение картинки только в определенную сторону. В прошлом биологи считали, что поведение этих клеток жестко зависело от их типа и того, какие сигналы в них подавал вестибулярный аппарат.

Наблюдая за работой нескольких тысяч подобных клеток в глазах мышей, команда Берсона выяснила, что на самом деле эти клетки работают сами по себе и что все они исполняют две однотипных задачи – распознают вращательные и поступательные движения головы и всего тела в целом, отслеживая сдвиги в положении определенных объектов в разных частях поля зрения. Эти же клетки напрямую управляют мускулами, отвечающими за вращение и движение глаз.

Данные, которые собирают эти клетки, впоследствии используются центром зрения в мозге для того, чтобы скорректировать воспринимаемую картинку и сделать ее четкой, а не размазанной, в комбинации с сигналами из вестибулярного аппарата или даже без его участия.

Как работают эти клетки и как они распознают вращательные и поступательные движения, ученые пока не знают, однако они планируют понять, как это происходит, в своих следующих экспериментах, в рамках которых будут изучаться животные с бинокулярным зрением, подобным человеческим глазам.

Камуфляж хамелеонов построен на базе фотонных нанотехнологий



Хамелеоны оказались держателями уникального «ноу-хау» из области нанотехнологий —

их система маскировки оказалась построена на базе особых фотонных нанокристаллов, работой и цветом которых животное может управлять, повышая или понижая уровень жидкости в клетках кожи.

Хамелеоны могут практически мгновенно менять свою окраску и «растворяться» в окружающей среде благодаря высокотехнологичным фотонным кристаллам на поверхности их бесцветных клеток кожи, чьими преломляющими свойствами животное может свободно управлять, говорится в статье, опубликованной в журнале Nature Communications.

«Мы выяснили, что хамелеон меняет цвет, активно управляя структурой решетки из нанокристаллов на поверхности кожи. Когда рептилия спокойна, кристаллы упакованы в этой решетке достаточно плотно и отражают в основном синий цвет. С другой стороны, когда он начинает беспокоиться, решетка растягивается, в результате чего кристаллы начинают отражать и другие цвета, такие как желтый или красный», — объясняет Джереми Тейссье (Jeremy Teyssier) из университета Женевы (Швейцария).

Тейссье и его коллеги раскрыли высокотехнологичные корни камуфляжа хамелеонов, изучая структуру иридофоров — особых клеток на поверхности их кожи, которые достаточно давно считались источником окраски хамелеонов.

Как отмечают авторы статьи, сами эти клетки не являются чем-то необычным и новым — похожие на них кристаллы и структуры встречаются на крыльях многих бабочек «металлической» окраски, на панцирях многих других насекомых, крыльях птиц и даже в знаменитых синих складках на мордах павианов-мандрилов.

Главным отличием всех этих животных от хамелеонов является то, что они не могут менять структуру этих светопреломляющих органов. Сегодня на Земле существует всего несколько видов существ, способных менять окраску, и большая часть из них относится к числу головоногих моллюсков, и практически все из них выработали свои уникальные методы смены маскировки.

Тейссье и его коллеги попытались узнать, как это делают хамелеоны, изучив структуру иридофор в коже пантерных хамелеонов (Furcifer pardalis) при помощи микроскопа и проследив за изменениями в их форме и жизнедеятельности в организме живой рептилии.

Оказалось, что иридофоры хамелеонов были устроены достаточно необычно — они состояли из нескольких слоев плотно упакованных фотонных кристаллов, которые были отделены друг от друга тонким слоем цитоплазмы. Хамелеон может гибко управлять количеством жидкости между слоями кристаллов, что меняет их оптические свойства и заставляет их приобретать самые разные оттенки — от зеленого и синего и вплоть до белого, оранжевого или красного.

В добавок к этому, как оказалось, кожа пантерных хамелеонов содержит в себе не один, а два слоя иридофоров, каждый из которых заполнен разными фотонными кристаллами. Первый, описанный выше, отвечает за камуфляжные способности рептилии, а второй играет совершенно иную роль. Более крупные кристаллы в этих клетках позволяют хамелеону быть «невидимым» не только в оптическом, но и в инфракрасном диапазоне.

Как объясняют ученые, данная способность не только делает рептилий невидимыми для тепловых сенсоров, но и помогает им удерживать тепловой баланс тела — во время жары хамелеон может переключать этот слой клеток на максимальное отражение, защищая себя от перегрева, а при холодной погоде выключать этот «тепловой щит».

По мнению авторов статьи, дальнейшее изучение этих клеток поможет понять, как им удается так быстро переключаться между цветами и можно ли воспроизвести эту биологическую «технологию».

Физики: кожа гекконов поможет создавать вечно чистую одежду



Физики раскрыли секрет самоочищающейся кожи ящериц-гекконов, чьи уникальные свойства помогут инженерам создать защищенную от влаги и паров электронику, а модельерам — вечно сухую и чистую одежду, которую не нужно будет стирать.

Кожа гекконов всегда остается первозданно чистой благодаря особой структуре их чешуек, на поверхности которых не может возникнуть тонкая пленка из воды, к которой и прилипают частицы грязи и пыли, заявляют ученые в статье, опубликованной в журнале Interface.

> *«Если вы когда-нибудь видели, как стекают капли воды с машины, которую недавно натерли воском, или с дивана, обработанного защитным спреем, то вы тогда поймете, что происходит. Воск и спрей делают поверхность очень «бугристой» на нано- и микроуровне, и капли воды продолжают оставаться шарообразными благодаря этому, они легко двигаются и скатываются даже при малейшем дуновении ветра», — пояснила Лин Шварцкопф (Lin Schwarzkopf) из университета Джеймса Кука в Квинсленде (Австралия).»*

Шварцкопф и ее коллеги раскрыли секрет чистоты гекконов (Lucasium steindachneri), изучая структуру их кожи и чешуек. Эти ящерицы, как отмечают авторы статьи, интересовали физиков исключительно «липучестью» их лап, способных удерживать рептилию на стекле, и остальным частям тела они почти не уделяли внимания.

Группа Шварцкопф решила исправить этот пробел в науке, обратив внимание на то, что на спине ящерицы присутствует множество тонких шипиков длиной в доли микрометра, способных отражать воду. Это натолкнуло их на мысль, что вся кожа геккона может идеально отталкивать воду, что делает ее своеобразным животным аналогом листа лотоса.

Они проверили эту теорию, наблюдая за взаимодействием паров и капель воды и чешуек кожи геккона при помощи сканирующего электронного микроскопа. Эксперименты показали, что кожа ящериц не только хорошо отталкивала воду, но и препятствовала появлению тонкой пленки из воды во время резкого охлаждения паров.

Вместо пленки на поверхности чешуек возникали микроскопические капли, которые скатывались с их поверхности при малейших физических воздействиях, собирая по пути частички пыли и грязи. Оба этих необычных свойства кожи гекконов, как полагают ученые, позволяют ей оставаться первозданно чистой

даже в условиях резкого снижения температуры при наступления ночи и обильного выпадения росы.

Как полагает Шварцкопф, это свойство, как и липучесть лап гекконов, можно воспроизвести и при помощи доступных нам приемов и приборов. Если физикам удастся сделать это, то материалы с похожей структурой можно будет использовать для защиты электроники и прочего чувствительного оборудования от повышенной влажности и капель воды, а также для создания одежды, которая никогда не будет намокать и становиться грязной.

Как лапы геккона помогают решать проблему космического мусора



Прямо сейчас более полумиллиона единиц космического мусора (в основном это фрагменты спутников и зондов) вращаются вокруг нашей планеты. Этот мусор представляет угрозу для спутников, космических аппаратов и космонавтов на борту этих транспортных средств.

Учёные ищут самые разные способы избавления от космических загрязнений. Один из самых перспективных проектов стартовал ещё в 2014 году, когда совместными усилиями учёных и инженеров из NASA, Стэнфордского университета и Агентства передовых оборонных исследовательских проектов DARPA была создана уникальная технология, позволяющая людям карабкаться по абсолютно гладким стеклянным стенам.

Эту систему учёные создали, вдохновившись ящерицами гекконами, которые могут часами висеть на гладком потолке или стекле, не прикладывая практически никаких усилий. Даже мёртвые животные сохраняют свою уникальную способность. Секрет в том, что лапки геккона покрыты множеством микроскопических волосков, сцепляющихся с опорной поверхностью посредством ван-дер-ваальсовых сил.

Исследователи из Лаборатории реактивного движения NASA (JPL) решили адаптировать эту технологию под захват и утилизацию космического мусора, который скапливается на орбите Земли. Захваты, разработанные инженерами, имитируют структуру лапок геккона до мельчайших подробностей благодаря наличию пучка из синтетических волосков, называемых стебельками. Кончик каждого стебелька фактически представляет собой крошечную присоску. Как только захватам сообщается некоторая сила, поверхность контакта волосков и объекта увеличивается, они сцепляются, то есть при прижатии захвата к поверхности можно захватывать любой объект. А как только сила надавливания уменьшается, то «липкость» захвата постепенно сходит на нет.

И вот теперь специалисты впервые продемонстрировали, как технология работает на практике. Они представили небольшого (размером с тостер) робота, конструкция которого во многом повторяет анатомию гекконов.

Устройство способно захватывать, удерживать и перемещать даже предметы в условиях микрогравитации, при этом форма объекта и его гладкость не имеют значения. А всё потому, что в разработке присутствует личное изобретение учёных из Стэнфорда – так называемый сухой клей.

По словам члена исследовательской группы и разработчика «космического клея» Хао Цзяна (Hao Jiang), стандартный липкий материал не очень хорошо работает в космосе. Некоторые клеи замерзают в холодном пространстве или плавятся на солнечных лучах. Они также могут кипеть, испаряться, высыхать или денатурироваться в бесполезную слизь или порошок. Хуже того, многие клеи работают только в том случае, если два объекта плотно прижаты друг к другу, однако в космосе (вспоминаем первый закон Ньютона) они могут просто оттолкнуться друг от друга.

Там, где даже случайный толчок может отправить тело в далёкий полёт (а космический мусор, кстати, подчас разгоняется до скорости), нужно что-то принципиально новое, полагают эксперты. Здесь важнее всего манёвренность.

Отталкиваясь от этой идеи, инженеры сделали для своего робота-уборщика захваты, покрытые шипами – каждый шириной в 0,1 миллиметра. Они имитируют волоски на лапках геккона: при контакте с объектом они прилипают к гладкой поверхности.

Листов, покрытых шипами и нанесённых на захваты, использовали по два на каждую «роборуку»; кроме того, учёные добавили шкивы (фрикционные колёсики, которые передают движение приводному ремню или канату за счёт силы трения). При контакте с объектом эти шкивы помогали листам с шипами равномерно распределять нагрузку, а также двигаться – таким образом увеличивалась прочность захвата (цель захватывали сразу два набора шипов).

Такая технология помогает небольшому роботу удерживать даже крупные обломки космического мусора, отмечают авторы. Кстати, по приблизительным оценкам, из полумиллиона фрагментов мусора порядка 20 тысяч в поперечнике более десяти сантиметров.

Разработчики протестировали своего робогеккона в условиях временной невесомости – в параболическом полёте и в сжатом воздухе на базе Лаборатории реактивного движения NASA, а также отправили прототип на МКС – для проверки в реальных условиях. Первый тест показал, что устройство способно аккуратно захватывать и перемещать предметы форме куба, цилиндра и даже сферы, в JPL робот автономно крепился на объектах, которые более чем в сто раз превышали его размеры и массу, а на МКС аппарат провисел на стене в течение нескольких недель.

Одним из заданий для робота было догнать другого и вернуть его на место. И робогеккон успешно с этим справился, несмотря на то, что вес его цели составлял порядка 300 килограммов.

Теперь команда планирует протестировать захват объектов в вакууме, но для этого прототип ещё нужно будет доработать. В частности, инженерам предстоит усовершенствовать материалы, из которых создан робот: они должны быть долговечными и не бояться радиации и экстремальных температур.

К слову, разработчики уже отметили ещё одно потенциальное применение для их роботизированного геккона: теоретически он может помогать при стыковке космических аппаратов, а также перемещаться по ним снаружи для починки.

Полный текст исследования с описанием робота-уборщика космического мусора опубликован в издании Science Robotics.